

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Juli 2005 (07.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/062441 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02J 7/14**,  
H02P 9/30

[DE/DE]; Epplestr. 225, 70546 Stuttgart (DE). BMW AG  
[DE/DE]; Petuelring 130, 80788 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002681

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Dezember 2004 (07.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 61 215.7 24. Dezember 2003 (24.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30  
02 20, 70442 Stuttgart (DE). **DAIMLERCHRYSLER AG**

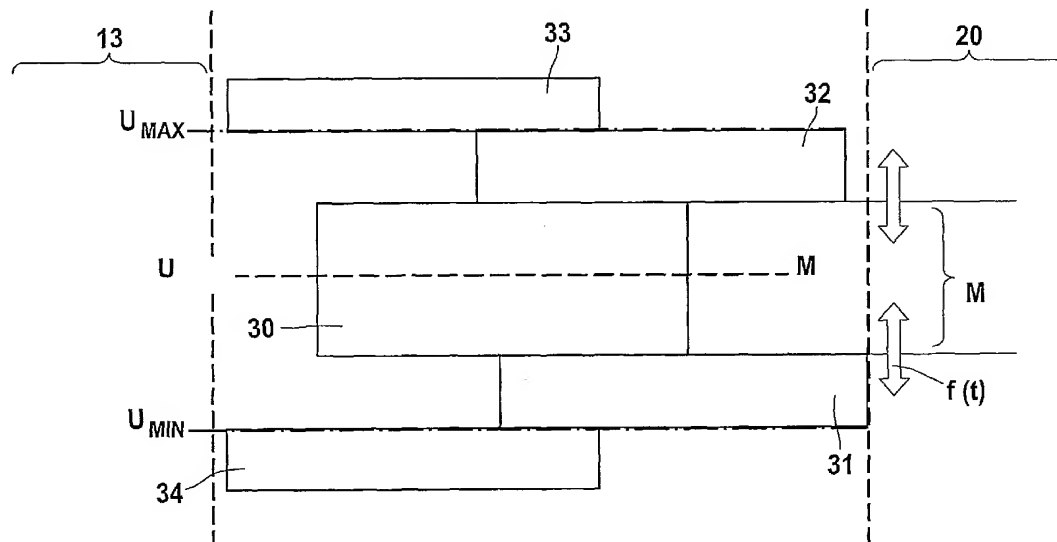
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LAUFENBERG, Xaver** [DE/DE]; Rosenstr. 6/1, 71691 Freiberg (DE). **EYNIUS, Dominique** [FR/DE]; Finkenweg 7, 71711 Steinheim/Murr (DE). **SUELZLE, Helmut** [DE/DE]; Sperlingweg 1, 71691 Freiberg (DE). **USBECK, Stephan** [DE/DE]; Joh.-Seb.-Bach-Weg 17/1, 71769 Erdmannshausen (DE). **SPAETH, Matthias** [DE/DE]; Schulstr. 39, 71769 Asperg (DE). **NEUSER-HOFFMANN, Miriam** [DE/DE]; Liese-Sauter-Str. 1, 74321 Bi-  
etigheim-Bissingen (DE). **MYRZIK, Christian** [DE/DE]; Neufeldweg 18, 82275 Emmering (DE). **SCHMID,**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC DEVICE AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE EINRICHTUNG UND BETRIEBSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to an electric device comprising a generator (12), in particular for use in the vehicle electric system (13) of a motor vehicle and a controller (12B) for controlling the generator voltage. The device is equipped with a control zone (30), in which the voltage is controlled and zones (31, 32), in which the torque is controlled. The invention also relates to methods for operating a device of this type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Einrichtung mit einem Generator (12), insbesondere für die Verwendung in dem Bordnetz (13) eines Kraftfahrzeugs, mit einem Regler (12B) für die Regelung der Generatorspannung. Bei der Einrichtung sind ein Bereich (30) für die Regelung vorgesehen, in dem eine Spannungsregelung durchgeführt wird und Bereiche (31, 32), in denen eine Momentenregelung durchgeführt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung Verfahren für den Betrieb einer solchen Einrichtung.

WO 2005/062441 A1



**Manfred** [DE/DE]; Obere Hauptstr. 18, 85250 Pipinsried (DE). **NIETFELD, Franz** [DE/DE]; Neue Str. 70, 73732 Esslingen (DE). **THIEL, Alexander** [DE/DE]; Neuffenstr. 9, 71263 Weil der Stadt (DE). **BRAUN, Harald** [DE/DE]; Achalmstr. 34, 73734 Esslingen (DE). **EBNER, Norbert** [DE/DE]; Haldenstr. 32/1, 71642 Ludwigsburg (DE).

- (81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Elektrische Einrichtung und Betriebsverfahren

### 5    Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Einrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Betriebsverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 10. Eine derartige Einrichtung ist für die kombinierte Spannungs- und Momentenregelung einer  
10 mechanische Energie in elektrische Energie umwandelnden elektrischen Maschine, wie beispielsweise eines Generators in dem Bordnetz eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen.

Es ist bekannt, dass die Zuschaltung eines elektrischen Verbrauchers mit einer hohen elektrischen Leistung in dem Bordnetz eines Kraftfahrzeugs eine starke Belastung des  
15 Generators zur Folge hat. Da die Zuschaltung des elektrischen Verbrauchers zu einem Spannungseinbruch in dem Bordnetz führt, versucht ein dem Generator zugeordneter Spannungsregler durch Erhöhung des Erregerstroms des Generators die von dem Generator abzugebende Leistung zu erhöhen. Dadurch wird aber das von dem Generator verursachte bremsende Moment derart erhöht, dass insbesondere bei einer geringen Drehzahl der  
20 Verbrennungskraftmaschine ein störender Einbruch der Drehzahl auftreten kann. Damit ein solcher Drehzahleinbruch möglichst klein gehalten wird, werden bei Einrichtungen, die eine sogenannte Load Response Einrichtung aufweisen, Maßnahmen vorgesehen, die verhindern, dass der Generator zu stark belastet wird. Dadurch wird auch verhindert, dass bei der Verbrennungskraftmaschine ein Drehzahleinbruch auftritt. Da jedoch die benötigte  
25 elektrische Leistung nicht mehr bereitgestellt werden kann, kann jetzt ein unerwünschter Spannungseinbruch auftreten.

Einer derartigen Drehzahländerung kann, wenigstens in bestimmten Betriebszuständen, beispielsweise dadurch entgegengewirkt werden, dass ein ausreichendes  
30 Überschussmoment vorgehalten wird. Dies führt jedoch in nachteiliger Weise zu einer Verbrauchserhöhung. Weiterhin kann die Generatorausregelung definiert verlangsamt werden. Dies kann jedoch in nachteiliger Weise zu einer Vergrößerung der Schwankungen der Bordnetzspannung führen. Derartige Schwankungen sind jedoch unerwünscht, da sie

die Lebensdauer der Batterie nachteilig beeinflussen und spannungsempfindliche Bauelemente schädigen können. Weiterhin könnte ein zusätzlicher Verbraucher definiert über Rampen zugeschaltet werden. Dies erfordert jedoch einen größeren schaltungstechnischen Aufwand und führt daher zu höheren Erzeugniskosten. Bei allen  
5 erwähnten Alternativen ist eine optimale Anpassung an das tatsächlich verfügbare Überschussmoment nicht ohne weiteres möglich.

Aus DE 39 31 897 A1 ist ein Verfahren zur Spannungsregelung für Generatoren bei Kraftfahrzeugen bekannt, bei dem in einem ersten Zeitintervall die  
10 Generatorausgangsspannung auf einen maximalen Wert eingestellt wird, damit unabhängig von der Umgebungstemperatur eine zuverlässige Aufladung der Fahrzeugbatterie erfolgt. In einem zweiten Zeitintervall wird die Generatorausgangsspannung nach einer bekannten Methode, üblicherweise in Abhängigkeit von der Batterietemperatur, geregelt. Dabei erfolgt die Festlegung des ersten Zeitintervalls in Abhängigkeit vom Ladezustand der  
15 Batterie.

### Darstellung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung schafft eine Möglichkeit, im Betrieb der Einrichtung die  
20 Ausregelgeschwindigkeit der Spannungslage an die tatsächliche Geschwindigkeit der Momentenbereitstellung anzupassen. Dazu wird eine koordinierende Einheit vorgesehen, die festlegt, auf welche Weise einzelne Größen eingestellt und verändert werden, um eine optimale Regelung zu erhalten. Das erfindungsgemäße Regelungskonzept ermöglicht es dieser koordinierenden Einheit, Extremzustände, wie eine Spannungsregelung bei starken  
25 Momentänderungen, eine Momentenregelung bei starken Spannungsschwankungen, sowie beliebige Zwischenzustände einzustellen. Letztlich führt dies zu einer Adaption der Dynamik des Generators an die tatsächlich mögliche Motordynamik.

Die Größen Spannung und Moment werden parallel betrachtet. Die Generatorregelung lässt sich dabei in drei Bereiche einteilen.

30 Der erste Bereich bezieht sich auf eine Spannungsregelung in dem unmittelbaren Umfeld der Sollspannung und bei Änderungen des Bremsmoments nur bis zum eingestellten Überschussmoment.

Der zweite Bereich betrifft die Situation, dass der Generator die Last- und Spannungsänderung mit dem verfügbaren Überschussmoment nicht ausregeln kann, die Spannungsabweichung aber gerade noch innerhalb der zulässigen Grenzen liegt. Der Begrenzungswert (Überschussmoment) kann dabei innerhalb der Möglichkeiten des Momentenaufbaus in einem beliebigen Verlauf geändert werden. Je nach Zielsetzung können dabei verschiedene Strategien realisiert werden.

Der dritte Bereich betrifft die Situation, dass die Bordnetzspannung außerhalb der zulässigen Grenzen liegt. In diesem Fall hat die Spannungsregelung die höchste Priorität.

Die Grenzen der genannten Bereiche lassen sich dabei zweckmäßig, im Sinne einer optimalen Anpassung, auch noch beliebig verschieben.

### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 ein erstes Blockschaltbild eines einen Verbrennungsmotor und eine elektrische Einrichtung mit einem Generator und einem Bordnetz umfassenden Systems,

Figur 2 ein zweites Blockschaltbild mit Funktionsmodulen für die Regelung des Generators,

Figur 3 ein drittes Blockschaltbild mit Darstellung von Regelungsbereichen,

Figur 4 in einem Diagramm diverse Kurvenverläufe.

### Ausführungsvarianten

Figur 1 zeigt ein erstes Blockschaltbild eines einen Verbrennungsmotor und eine Einrichtung mit einem Generator und einem Bordnetz umfassenden Systems 1. Schematisch dargestellt sind verschiedene Funktionsmodule und die funktionalen Zusammenhänge zwischen diesen Funktionsmodulen. Mit Bezugsziffer 10 ist ein

Verbrennungsmotor, mit Bezugsziffer 11 eine diesem Verbrennungsmotor zugeordnete elektronische Motorsteuerung bezeichnet. Mit Bezugsziffer 12 ist ein elektrischer Generator bezeichnet, der eine elektrische Maschine 12A und einen Regler 12B umfasst. Die elektrische Maschine 12A wird von dem Verbrennungsmotor 10 angetrieben und wandelt die von dem Verbrennungsmotor 10 erzeugte mechanische Energie in die für ein elektrisches Bordnetz benötigte elektrische Energie um. Das lediglich schematisch dargestellte Bordnetz ist mit Bezugsziffer 13 bezeichnet. Weiterhin umfasst das System 1 ein Funktionsmodul Batteriemanagement, das die Bezugsziffer 14 trägt. Das Bordnetz 13 und der Generator 12 sind über den Laststrom  $I_{\text{Last}}$  verknüpft. Bei Zuschaltung eines starken elektrischen Verbrauchers in dem Bordnetz 13, beispielsweise einer Heckscheibenheizung im Winter, tritt eine große zeitliche Änderung  $dI_{\text{Last}}/dt$  des Laststroms  $I_{\text{Last}}$  auf und somit wird eine starke Belastung des Generators 12 ausgelöst. Die starke zeitliche Änderung des Laststroms, in diesem Fall ein starker Anstieg des Laststrom  $I_{\text{Last}}$ , führt zu einem Einbruch der von der elektrischen Maschine 12A abgegebenen Spannung  $U_{\text{Gen}}$ . Die elektrische Maschine 12A und der Regler 12B sind über die Größen Spannung  $U_{\text{Gen}}$  und Erregerstrom  $I_{\text{Err}}$  miteinander verknüpft. Sobald der Regler 12B den Abfall der Spannung  $U_{\text{Gen}}$  erfasst, versucht er durch Steuerung und entsprechende Erhöhung des Erregerstroms  $I_{\text{Err}}$  die von dem Generator 12 abgegebene Leistung zu erhöhen. Dadurch wird jedoch das von dem Generator 12 verursachte bremsende Moment ebenfalls vergrößert. Der Verbrennungsmotor 10 und der Generator 12 sind über die Größen Moment  $M$  und Drehzahl  $n$ , sowie deren zeitliche Änderungen  $dM/dt$  beziehungsweise  $dn/dt$  miteinander verknüpft. Die durch den Regler 12B ausgelöste Erhöhung des Erregerstroms  $I_{\text{Err}}$  und der damit bewirkte Anstieg des bremsenden Moments  $M$  des Generators 12 wirken sich auf die Drehzahl  $n$  des Verbrennungsmotors 10 aus. Besonders bei geringen Drehzahlen  $n$  des Verbrennungsmotors 10 kann es so zu einem unerwünschten Drehzahleinbruch kommen. Die erfindungsgemäße Lösung schafft nun eine Möglichkeit, im Betrieb des zuvor beschriebenen Systems 1 die Ausregelgeschwindigkeit der Spannung an die tatsächliche Geschwindigkeit der Momentenbereitstellung anzupassen

Figur 2 zeigt ein zweites Blockschaltbild, in dem diverse Funktionsmodule für die Regelung des Generators 12 und deren Zusammenwirken schematisch dargestellt sind. Der Generator 12 umfasst die elektrische Maschine 12A und einen Regler 12B. Mit

Bezugsziffer 13 ist ein das elektrische Bordnetz repräsentierendes Funktionsmodul bezeichnet. Das Funktionsmodul 20 repräsentiert den Triebstrang des Fahrzeugs. Mit Bezugsziffer 21 ist wenigstens ein Steuergerät bezeichnet, das die funktionalen Abläufe bei der Regelung des Generators 12 koordiniert. Mit den in Figur 2 dargestellten Pfeilen und Doppelpfeilen sind die funktionalen Verknüpfungen angedeutet, die zwischen den einzelnen Baugruppen und Funktionsmodulen bestehen.

Der Kern der Erfindung besteht darin, eine elektrische Einrichtung mit einem Generator zu schaffen, bei der eine außerordentlich flexible Regelung des Generators ermöglicht wird, um eine möglichst hohe Spannungskonstanz und große Betriebssicherheit sicherzustellen. Dazu sind erfindungsgemäß verschiedene Regelungsbereiche vorgesehen, die eine optimale Regelungsstrategie ermöglichen. Dies wird anhand von Figur 3 erläutert, die ein drittes Blockschaltbild mit Darstellung von Regelungsbereichen zeigt.

In dieser Darstellung wird wiederum auch die Wechselwirkung zwischen dem Bordnetz (Funktionsmodul 13 in Figur 2) und dem Triebstrang (Funktionsmodul 20 in Figur 2) verdeutlicht. Insgesamt lassen sich im Wesentlichen drei Typen von Regelungsbereichen charakterisieren, die ggf. nochmals unterteilt sind. In einem ersten Bereich 30, der in dem unmittelbaren Umfeld der Sollspannung  $U_{\text{Soll}}$  liegt, ist eine Spannungsregelung vorgesehen. Sofern dabei Änderungen des Moments  $M$  auftreten, sind diese bis zu einem vorgebbaren Grenzwert, dem Überschussmoment  $M_{\text{Überschuss}}$ , zugelassen. An diesen ersten Regelungsbereich (Bereich 30) schließt sich ein Regelungsbereich (Bereiche 31, 32) an, in dem der Generator 12 auftretende Last- und Spannungsänderungen mit dem zur Verfügung stehenden, vorgebbaren Überschussmoment  $M_{\text{Überschuss}}$  nicht ausregeln kann, wobei aber die auftretende Spannungsabweichung noch innerhalb eines zulässigen Spannungsbereichs liegt. Dabei wird der zulässige Spannungsbereich durch die vorgebbaren Grenzwerte  $U_H$  und  $U_L$  bestimmt. In einem dritten Regelungsbereich (Bereiche 33, 34) schließlich liegt eine Situation vor, dass die Spannung des Bordnetzes 13 außerhalb des zulässigen Spannungsbereichs liegt, also den oberen Grenzwert  $U_H$  überschreitet oder den unteren Grenzwert  $U_L$  unterschreitet.

Figur 4 zeigt in einem Diagramm diverse Kurvenverläufe anhand derer im Folgenden die Funktionsweise der elektrischen Einrichtung 1 erläutert wird. Über einer Zeitachse 43 sind

Kurven aufgetragen, die bestimmte Größen als Funktion der Zeit  $T$  darstellen. In dem Kurvenverlauf 42 ist der Laststrom  $I_{\text{Last}}$  als Funktion der Zeit  $T$  dargestellt. Weiterhin ist in dem Kurvenverlauf 41 das Moment  $M$  als Funktion der Zeit  $T$  dargestellt. Schließlich ist in dem Kurvenverlauf 40 die Generatorspannung  $U_{\text{Gen}}$  als Funktion der Zeit  $T$  dargestellt. Zusätzlich sind in dem Bereich des die Generatorspannung repräsentierenden Kurvenverlaufs noch besondere Spannungswerte hervorgehoben, nämlich ein Sollwert  $U_{\text{Soll}}$ , ein Minimalwert  $U_{\text{L}}$  und ein Maximalwert  $U_{\text{H}}$ . Dabei liegt der Sollwert  $U_{\text{Soll}}$  zwischen den genannten Extremwerten  $U_{\text{H}}$  und  $U_{\text{L}}$ . Zunächst wird das Zeitintervall zwischen einem Zeitpunkt  $T_0$  und einem Zeitpunkt  $T_1$  betrachtet. Die Kurve 42 zeigt, dass der Laststrom  $I_{\text{Last}}$  ein bestimmtes Niveau aufweist und in nur vergleichsweise engen Grenzen schwankt, was auf eine im Wesentlichen konstante Belastung des Bordnetzes 13 hindeutet. Die die Generatorspannung  $U_{\text{Gen}}$  repräsentierende Kurve 40 zeigt, dass die Generatorspannung  $U_{\text{Gen}}$  im Wesentlichen konstant ist, das Sie in dem betrachteten Zeitintervall  $T_0$ - $T_1$  auf ihren Sollwert  $U_{\text{Soll}}$  geregelt wird. Auch der das Moment  $M$  repräsentierende Kurvenverlauf 41 zeigt relativ geringe Schwankungen des Moments  $M$ , da bereits geringe Momentänderungen ausreichen, um die Schwankungen des Laststroms  $I_{\text{Last}}$  zu kompensieren. Das Intervall  $T_0$ - $T_1$  entspricht somit dem oben schon erwähnten ersten Bereich der Regelung, in dem eine Spannungsregelung in dem unmittelbaren Umfelle der Sollspannung  $U_{\text{Soll}}$  stattfindet und bei dem Änderungen des Moments  $M$  bis zu einem vorgebbaren Überschussmoment zugelassen werden.

Wie die Kurve 40 zeigt, steigt der Laststrom  $I_{\text{Last}}$  zum Zeitpunkt  $T_1$  stark an, weil ein elektrischer Verbraucher mit einer hohen Leistungsaufnahme zugeschaltet worden ist und das Bordnetz 13 belastet. Wie die Kurve 40 zeigt, hat diese starke Belastung einen Spannungseinbruch zur Folge. Die Generatorspannung sinkt unter die Sollspannung  $U_{\text{Soll}}$  und nähert sich dem unteren Grenzwert  $U_{\text{L}}$ . Hier liegt der zweite Bereich der Regelung vor, bei dem der Generator 12 die Last- und Spannungsänderung mit dem vorgebbaren und zur Verfügung stehenden Überschussmoment nicht mehr ausregeln kann, die Abweichung der Generatorspannung aber gerade noch innerhalb der zulässigen Grenzwerte  $U_{\text{H}}$  und  $U_{\text{L}}$  liegt. Um die Laständerung und die damit verbundene Spannungsabweichung zu kompensieren, ist eine Zunahme des Moments  $M$  vorgesehen und es wird von Spannungsregelung auf Momentenregelung übergegangen. Das Moment  $M$  steigt auf einen höheren Wert an, bis zum Zeitpunkt  $T_2$  ein Wert des Moments  $M$  erreicht ist, der zur Kompensation der Laständerung ausreicht. In diesem Zeitpunkt  $T_2$  hat



die Generatorspannung  $U_{\text{Gen}}$  wieder ihren Sollwert  $U_{\text{Soll}}$  erreicht und es wird wieder eine Spannungsregelung durchgeführt. Die Erfindung ermöglicht hierbei eine außerordentlich flexible Anpassung an schwierige Betriebssituationen, um einerseits Laständerungen schnellstmöglich zu kompensieren und dabei eine möglichst hohe Spannungskonstanz zu gewährleisten. Dadurch werden eine hohe Zuverlässigkeit des Bordnetzes und eine größtmögliche Schonung spannungsempfindlicher Komponenten erreicht. Gemäß unterschiedlichen Ausführungsvarianten der Erfindung können für die Regelung des Moments in dem Bereich der Momentenregelung unterschiedliche Strategien eingesetzt werden. So kann in einer ersten Ausführungsvariante das Moment  $M$  linear ansteigen, wobei der Anstieg mit unterschiedlichen Steigungen realisierbar ist. Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante kann für den Anstieg des Moments  $M$  eine komplexere, nicht lineare Abhängigkeit vorgesehen werden, wobei auch noch dynamische Anpassungen an die jeweilige Situation möglich sind, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Beispielsweise kann das Moment  $M$  nach einer Funktion  $F=F(T, P)$  verändert werden, wobei  $T$  die Zeit und  $P$  ein Betriebsparameter der Einrichtung bedeuten. In einer weiteren Ausführungsvariante kann eine funktionale Abhängigkeit des Moments von Einflussgrößen auch durch ein entsprechendes Kennfeld  $K$  realisiert werden, bei dem ein bestimmter Wert des Moments  $M$  entsprechenden Werten einer oder mehrerer Einflussgrößen zugeordnet ist.

Wie der Verlauf des Laststroms  $I_{\text{Last}}$  gemäß Kurve 42 in Figur 4 zeigt, fällt der Laststrom  $I_{\text{Last}}$  zum Zeitpunkt  $T_3$  stark ab. Beispielsweise wurde ein leistungsstarker elektrischer Verbraucher von dem Bordnetz 13 abgeschaltet. Aus dem Verlauf der Kurve 40 ist ersichtlich, dass infolgedessen die Generatorspannung  $U_{\text{Gen}}$  stark ansteigt und sogar den Maximalwert  $U_{\text{H}}$  übersteigt. Hier liegt jetzt der oben schon kurz erwähnte dritte Bereich vor, bei dem die Generatorspannung und damit die Bordnetzspannung außerhalb der zulässigen Grenzen  $U_{\text{H}}$ ,  $U_{\text{L}}$  liegt. Bei dieser Situation hat die Spannungsregelung die höchste Priorität, da spannungsempfindliche Bauelemente oder Baugruppen stark gefährdet sind. Wie Kurve 41 zeigt wird daher zunächst dafür gesorgt, dass das Moment  $M$  auf einen entsprechend niedrigen Wert reduziert wird, um eine schnellstmögliche Spannungsabsenkung auf einen unkritischen Wert zu erreichen. Dies ist etwa zum Zeitpunkt  $T_4$  der Fall, bei dem die Spannung den Maximalwert  $U_{\text{H}}$  wieder erreicht oder unterschreitet. Zu diesem Zeitpunkt  $T_4$  setzt wieder eine Momentenregelung ein, bis das zu hohe Moment auf ein für die niedrigeren Leistungsanforderungen hinreichendes

niedrigeres Niveau abgesenkt ist und die Spannung ihren Sollwert  $U_{\text{Soll}}$  wieder erreicht hat. Dies ist etwa ab dem Zeitpunkt T5 der Fall. Ab diesem Zeitpunkt wird wieder auf eine Spannungsregelung übergegangen.

- 5 Anhand der Kurvendarstellung in Figur 4 wurde eine Situation erläutert, bei der ein Anstieg der Spannung über den Maximalwert hinaus stattgefunden hat. Ein analoger Regelungsvorgang liefe bei einer Unterschreitung des Minimalwerts  $U_L$  der Spannung ab.
- 10 In einer Ausführungsvariante der Erfindung können die Werte  $U_{\text{Soll}}$ ,  $U_H$ ,  $U_L$ , sowie die Grenzen zwischen den beiden Regelungsarten Momentenregelung und Spannungsregelung und die Breite der Bereiche, in denen die jeweilige Regelungsart dominiert, applikationsspezifisch vorgegeben werden.
- 15 In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung, ist es jedoch auch möglich, wenigstens einige der genannten Größen auch noch während des Fahrbetriebs eines mit der elektrischen Einrichtung ausgestatteten Fahrzeugs dynamisch anzupassen. So können beispielsweise die Grenzen (siehe Darstellung in Figur 3), bei denen zwischen Spannungsregelung und Momentenregelung umgeschaltet wird, von Betriebskenngrößen
- 20 der Einrichtung oder des Fahrzeugs abhängig gestaltet werden. Eine derartige Abhängigkeit kann zweckmäßig durch entsprechende Kennfelder realisiert werden. Entsprechend können auch die Breiten der Bereiche, in denen eine Spannungs- oder Momentenregelung stattfinden soll, oder die Übergangsstellen zwischen diesen Bereichen, variabel gestaltet werden. Diese Ausführungsvariante der Erfindung zeichnet sich durch
- 25 eine besonders große Flexibilität aus.

Bezugszeichenliste

	1	System
5	10	Verbrennungsmotor
	11	Motorsteuerung
	12	Generator
	12A	Maschine
	12B	Regler
10	13	Bordnetz
	14	Batterie
	20	Triebstrang
	21	Steuergerät
	30	Bereich
15	31	Bereich
	32	Bereich
	33	Bereich
	34	Bereich
	40	Kurve Spannungsverlauf
20	41	Kurve Momentenverlauf
	42	Kurve Laststromverlauf
	43	Zeitachse
	M	Moment
	M_Überschuss	Überschussmoment
25	n	Drehzahl
	T	Zeit
	T0	Zeit
	T1	Zeit
	T2	Zeit
30	T3	Zeit
	T4	Zeit
	T5	Zeit
	dM/dt	zeitliche Änderung von M

	$dn/dt$	zeitliche Änderung von $n$
	$U_{Gen}$	Generatorspannung
	$U_{Soll}$	Sollspannung
	$U_H$	Maximalwert der Spannung
5	$U_L$	Minimalwert der Spannung
	$I_{Err}$	Erregerstrom
	$I_{Last}$	Laststrom
	$dI_{Last}/dt$	zeitliche Änderung von $I$

Patentansprüche

1. Elektrische Einrichtung mit einem Generator, insbesondere für die Verwendung in dem Bordnetz eines Kraftfahrzeugs, mit einem Regler für die Regelung der Generatorspannung, dadurch gekennzeichnet, dass Bereiche für die Regelung vorgesehen sind, in denen eine Spannungsregelung (Bereich 30) durchgeführt wird und Bereiche (31,32), in denen eine Momentenregelung durchgeführt wird.  
5
2. Elektrische Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergang zwischen den Bereichen (30,31,32) und/oder die Breite der Bereiche (30,31,32) von Betriebskenngrößen der Einrichtung abhängig sind.  
10
3. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich (30) für die Spannungsregelung sich in einem vorgebbaren Abstand um die Sollspannung ( $U_{Soll}$ ) erstreckt.  
15
4. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich (30) von einem vorgebbaren Moment (Überschussmoment  $M_{Überschuss}$ ) abhängig ist.  
20
5. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (31,32) für die Momentenregelung sich beidseitig des Bereichs (30) für die Spannungsregelung erstrecken.
6. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bereiche (31,32) für die Momentenregelung innerhalb eines durch die Spannungsgrenzwerte ( $U_H$ ,  $U_L$ ) begrenzten Spannungsbereichs liegen.  
25
7. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Moment ( $M$ ) in einem Bereich (31,32) für die Momentenregelung nach einer linearen Funktion veränderbar ist.  
30

8. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Moment (M) in einem Bereich (31,32) für die Momentenregelung nach einer beliebig vorgebbaren Funktion  $F = F(T, P)$  veränderbar ist, wobei T die Zeit ist und P ein Betriebsparameter der Einrichtung.

5

9. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Moment (M) in einem Bereich (31,32) für die Momentenregelung nach einer in einem Kennfeld (K) festgelegten funktionalen Abhängigkeit veränderbar ist.

10

10. Verfahren für den Betrieb einer einen Generator (12) mit einem Regler (12B) umfassenden elektrischen Einrichtung, insbesondere in Verbindung mit dem Bordnetz (13) eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung des Bordnetzes (13) bzw. die Generatorspannung ( $U_{\text{Gen}}$ ) erfasst wird, dass  
15 geprüft wird, ob die erfasste Spannung in einem vorgebbaren Bereich um die Sollspannung ( $U_{\text{Soll}}$ ) liegt, dass eine Spannungsregelung auf die Sollspannung ( $U_{\text{Soll}}$ ) durchgeführt wird, wenn die erfasste Spannung in dem vorgebbaren Bereich um die Sollspannung ( $U_{\text{Soll}}$ ) liegt, dass eine Regelung des Moments (M) durchgeführt wird, wenn die erfasste Spannung außerhalb des vorgebbaren  
20 Bereichs um die Sollspannung aber noch innerhalb eines durch Spannungsgrenzwerte ( $U_{\text{H}}$ ,  $U_{\text{L}}$ ) festgelegten Spannungsbereichs liegt, und dass eine höchste Priorität für die Spannungsregelung vorgegeben wird, wenn die erfasste Spannung außerhalb des durch die Spannungsgrenzwerte ( $U_{\text{H}}$ ,  $U_{\text{L}}$ ) begrenzten Spannungsbereichs liegt.

25

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Regelung des Moments (M) das Moment nach einer linearen Funktion geändert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Regelung des  
30 Moments (M) das Moment nach einer beliebigen Funktion  $F = F(T, P)$  geändert wird, wobei T die Zeit und P ein vorgebbbarer Betriebsparameter der Einrichtung bedeuten.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Regelung des Moments (M) das Moment nach einer in einem Kennfeld ( K ) festgelegten funktionalen Abhängigkeit verändert wird.

5 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der Bereiche (30, 31,32), in denen eine Spannungsregelung oder Momentenregelung durchgeführt wird und/oder die Übergangsstellen zwischen diesen genannten Bereichen bei der Applikation der Einrichtung fest vorgegeben werden.

10

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der Bereiche (30, 31,32), in denen eine Spannungsregelung oder Momentenregelung durchgeführt wird und/oder die Übergangsstellen zwischen diesen genannten Bereichen während des Fahrbetriebs des mit der Einrichtung  
15 ausgestatteten Fahrzeugs an Betriebsparameter der Einrichtung angepasst werden.

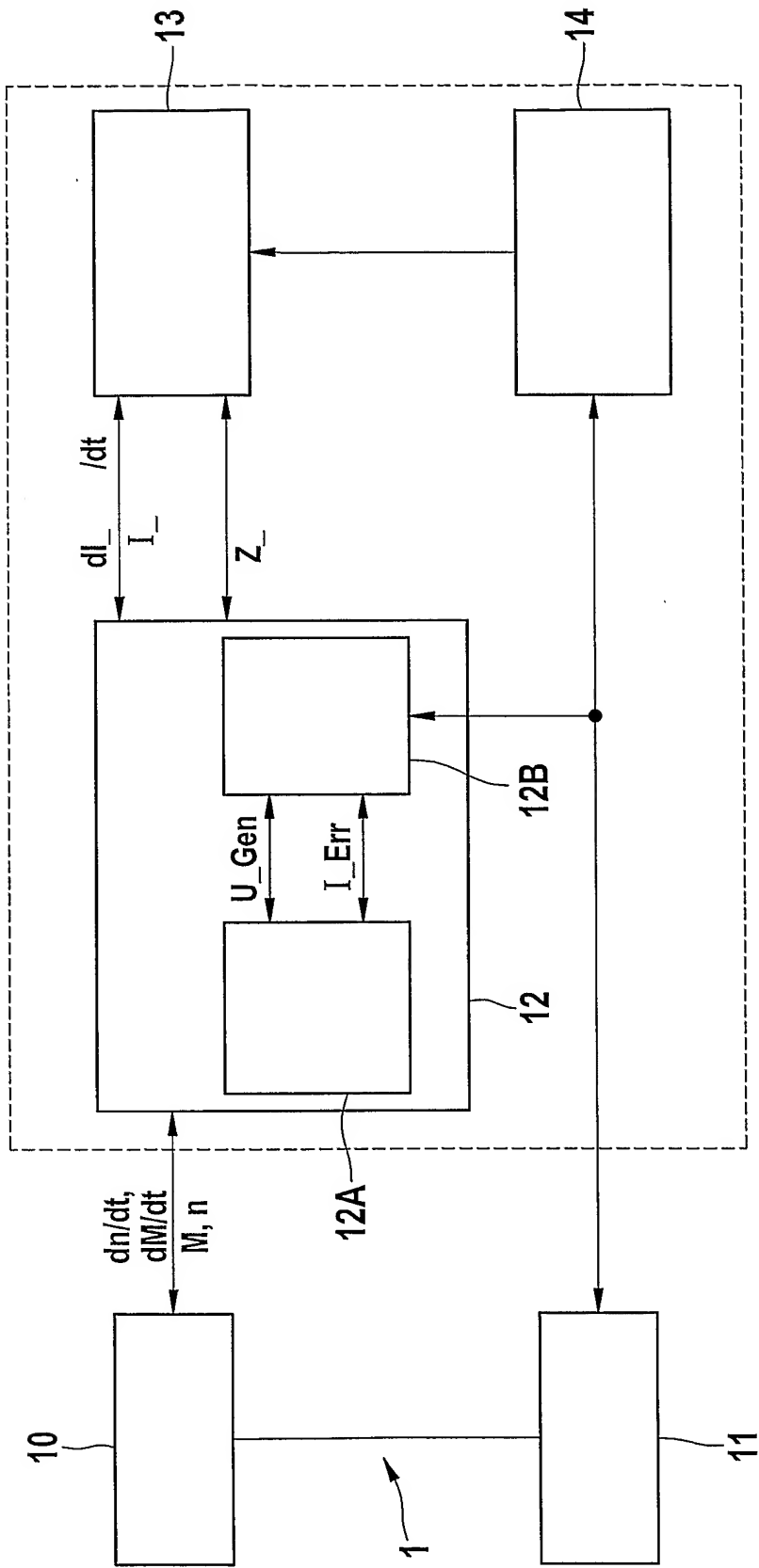


Fig. 1



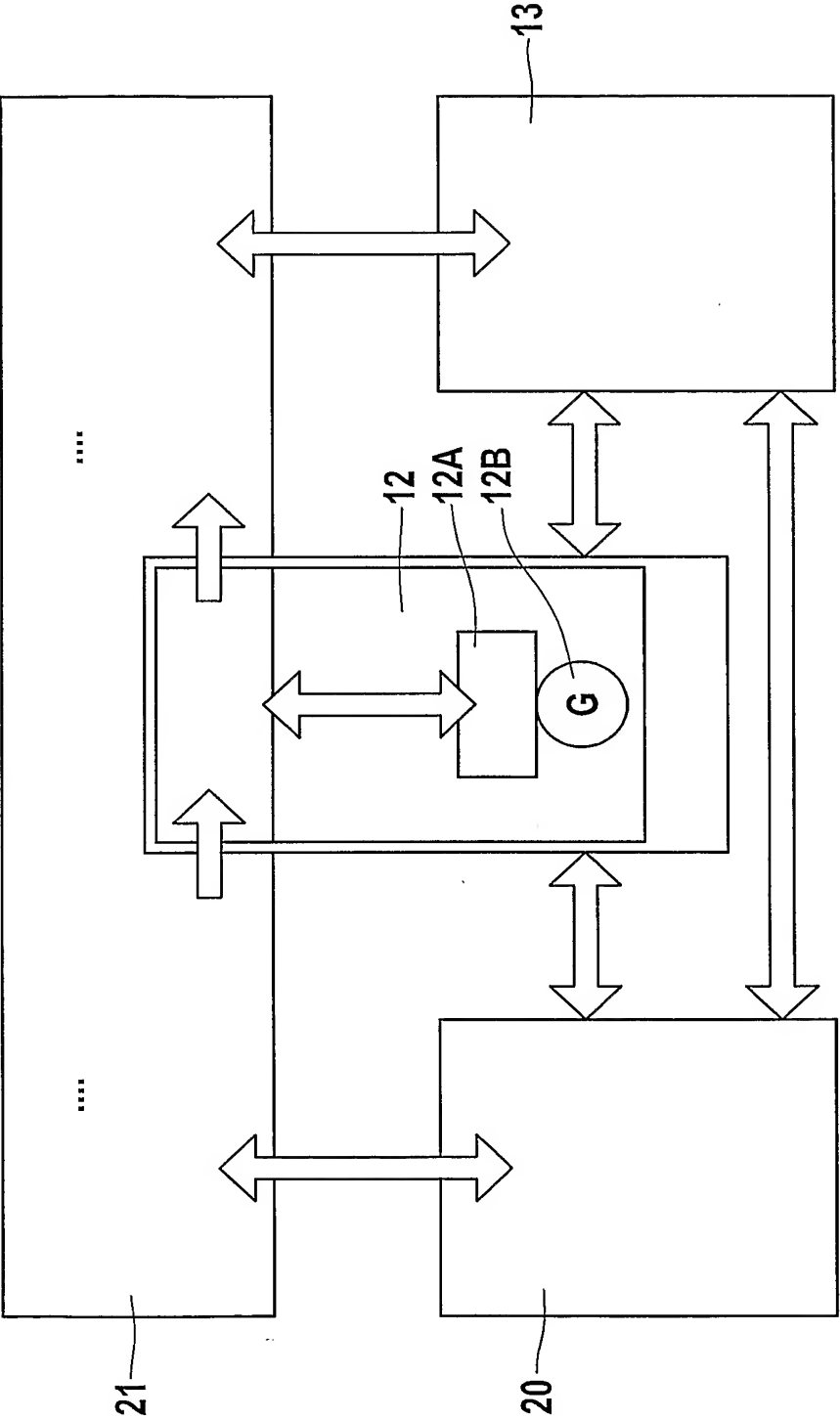


Fig. 2

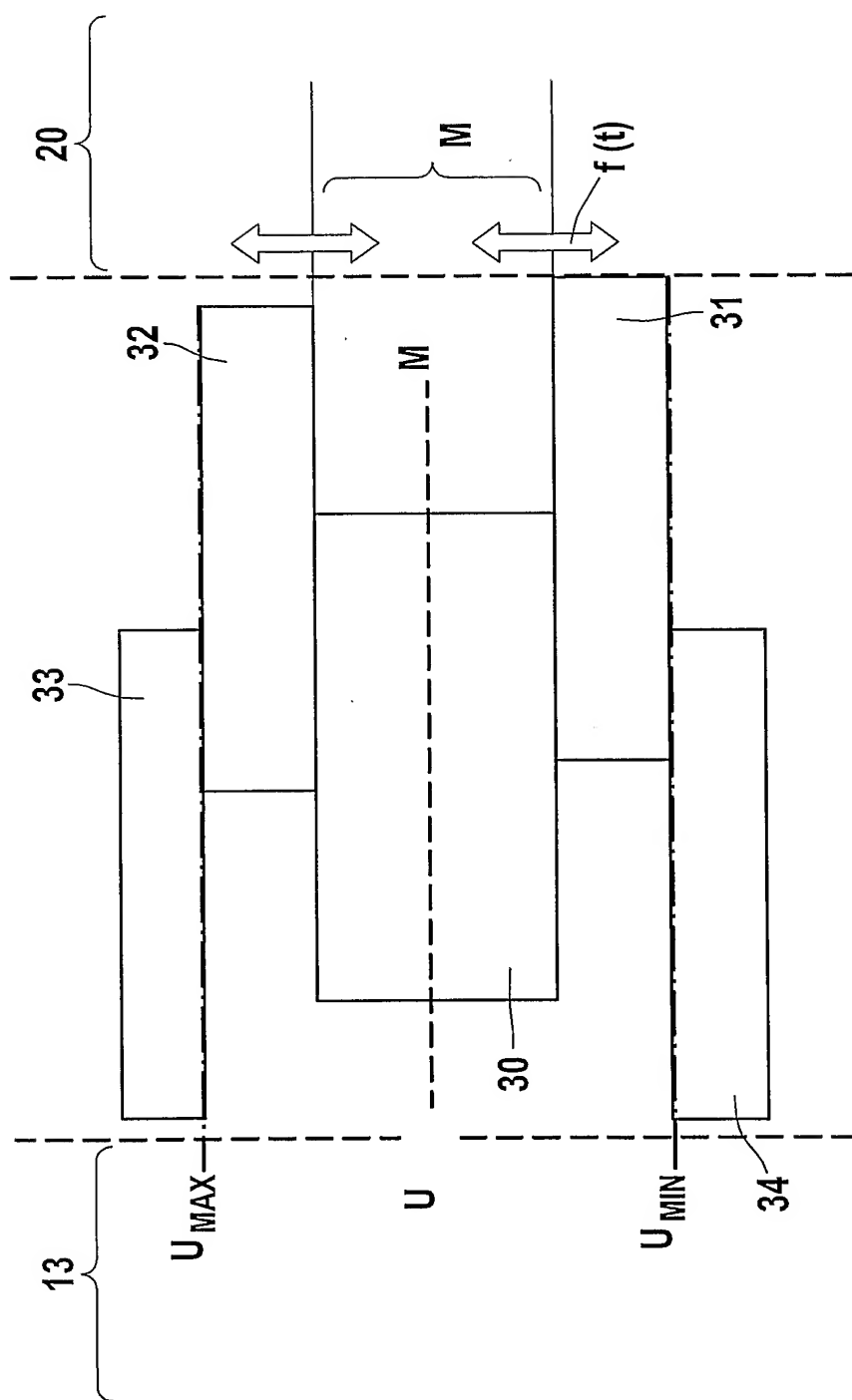


Fig. 3

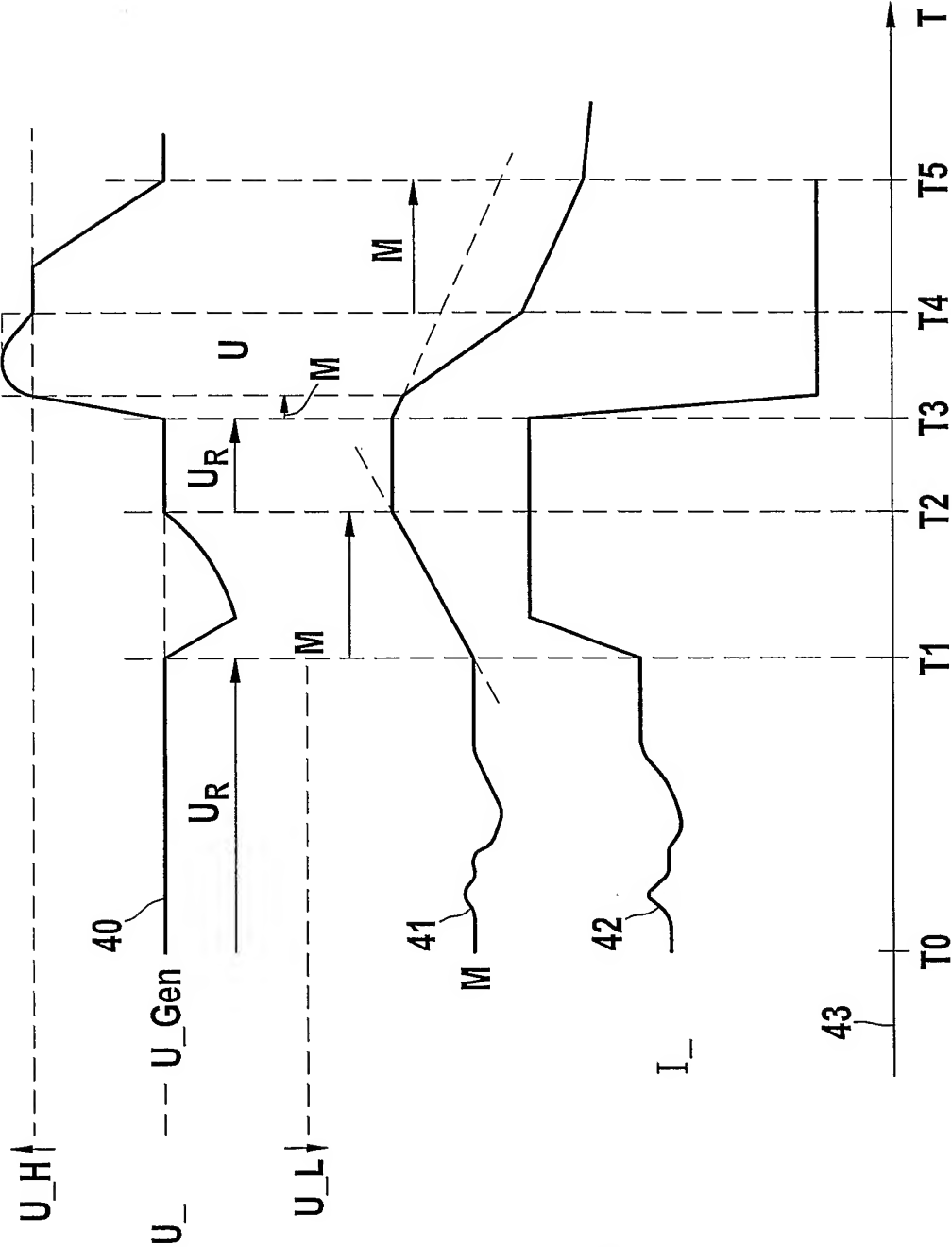


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002681

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02J7/14 H02P9/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02J H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/107351 A1 (TANIGUCHI MAKOTO ET AL) 12 June 2003 (2003-06-12) page 2, paragraph 16-19; claims 1-10 abstract	1,2,4, 7-9
X	DE 102 50 172 A1 (DENSO CORP., KARIYA) 22 May 2003 (2003-05-22) column 5, lines 15-62 abstract	1,2
A	EP 1 111 753 A (DENSO CORPORATION) 27 June 2001 (2001-06-27) column 14, line 47 - column 16, line 12; figure 2 abstract	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 March 2005

Date of mailing of the international search report

11/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bronold, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002681

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	<p>WO 2004/106102 A (DAIMLERCHRYSLER AG; BRAUN, HARALD; EBNER, NORBERT; FISCHER, MICHAEL; S) 9 December 2004 (2004-12-09) page 2, paragraph 5 - page 3, paragraph 2; claims 1-5 abstract</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE2004/002681

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003107351 A1	12-06-2003	JP 2003174797 A DE 10256715 A1 FR 2833427 A1	20-06-2003 17-07-2003 13-06-2003
DE 10250172 A1	22-05-2003	JP 2003153596 A FR 2832002 A1 US 2003095025 A1	23-05-2003 09-05-2003 22-05-2003
EP 1111753 A	27-06-2001	JP 3509690 B2 JP 2001245441 A EP 1111753 A1 US 2001043055 A1	22-03-2004 07-09-2001 27-06-2001 22-11-2001
WO 2004106102 A	09-12-2004	DE 10324948 A1 WO 2004106102 A1	23-12-2004 09-12-2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02J7/14 H02P9/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02J H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/107351 A1 (TANIGUCHI MAKOTO ET AL) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Seite 2, Absatz 16-19; Ansprüche 1-10 Zusammenfassung	1, 2, 4, 7-9
X	DE 102 50 172 A1 (DENSO CORP., KARIYA) 22. Mai 2003 (2003-05-22) Spalte 5, Zeilen 15-62 Zusammenfassung	1, 2
A	EP 1 111 753 A (DENSO CORPORATION) 27. Juni 2001 (2001-06-27) Spalte 14, Zeile 47 - Spalte 16, Zeile 12; Abbildung 2 Zusammenfassung	1-15
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bronold, H

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 2004/106102 A (DAIMLERCHRYSLER AG; BRAUN, HARALD; EBNER, NORBERT; FISCHER, MICHAEL; S) 9. Dezember 2004 (2004-12-09) Seite 2, Absatz 5 - Seite 3, Absatz 2; Ansprüche 1-5 Zusammenfassung -----	1



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören



ationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002681

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003107351	A1	12-06-2003	JP	2003174797 A	20-06-2003
			DE	10256715 A1	17-07-2003
			FR	2833427 A1	13-06-2003
<hr/>					
DE 10250172	A1	22-05-2003	JP	2003153596 A	23-05-2003
			FR	2832002 A1	09-05-2003
			US	2003095025 A1	22-05-2003
<hr/>					
EP 1111753	A	27-06-2001	JP	3509690 B2	22-03-2004
			JP	2001245441 A	07-09-2001
			EP	1111753 A1	27-06-2001
			US	2001043055 A1	22-11-2001
<hr/>					
WO 2004106102	A	09-12-2004	DE	10324948 A1	23-12-2004
			WO	2004106102 A1	09-12-2004